

明 細 書

車載用レーダ

5 技術分野

本発明は、車両等の移動体に搭載され、障害物の方位、移動体との相対距離、相対速度等を検出する車載用レーダに関する。

背景技術

- 10 ミリ波を用いた車載用レーダは、超音波レーダやレーザレーダと比較して、雨、霧、雪などの気象条件や、埃、騒音の影響を受けにくいため、自動車の衝突防止や追従走行などに最適なレーダとして注目されている。

- 上記用途では、第12図に示すように、ミリ波車載用レーダ20は移動体21の前面に設置され、アンテナからメインローブmbによって送信信号が検知対象の車両（以下「ターゲット」という）22に向かって放射される。そして、ターゲット22で反射した信号の送信信号との周波数差、位相差、時間差などを観測することにより、ターゲット22までの速度と距離を求めることができる。

- このようなミリ波レーダは、移動体21が停止しているときはノイズが小さく、良好な検知性能を持つ。ところで、アンテナには最大放射電力の方向を持つ有用なメインローブの他に、メインローブとは異なる方向へのサイドローブがある。サイドローブによる放射電力は、メインローブのそれより低いが、移動体21が走行しているとき、このサイドローブによって検知性能が劣化する。例えば、移動体21が矢印24方向に移動速度 V_r で走行しているとき、路面23に角度 θ で入射されるサイドローブsbからの反射波は、次の式（1）の相対速度 V_s を持った

めクラッタノイズとして受信される（因みに、移動体 21 の真正面の方
向に静止している物からの反射波の速度は、 $\theta = 0^\circ$ となって、 $V_r =$
 V_s となる。また、移動体 21 の真下からの反射波の速度は、 $\theta = 90^\circ$
となって、 $V_r = 0$ となる）。

$$5 \quad V_s = V_r \cos \theta \quad \dots (1)$$

そのため、メインローブ m b によるターゲット 22 からの信号がノイ
ズに埋もれ、検知距離劣化や誤検知等の問題を引き起こしていた。

上記のような路面からの反射波によるクラッタ（以下「ロードクラッ
タ」という）の防止対策として、アンテナ前方下部に金属板を配置する
10 ことでサイドローブを遮断し、クラッタノイズを低減することが特開 2
001-201557 号公報に開示されている。

さて、従来より、ミリ波レーダ用アンテナとして、第 13 図のような
パッチアンテナが知られている（例えば、Peter Peregrinus 社出版、J R
James 著の “Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS” の第 980 頁参照）。
15 パッチアンテナは、底面に接地導体 25 を持つ誘電体基板 4 上に構成さ
れ、放射器である複数のパッチ素子 27 を持つ。給電点 28 から同軸線
路等により給電された TEM モードがマイクロストリップ給電線路 26
を伝搬し、パッチ素子 27 に電力分配される。パッチ素子 27 上の矢印
9 は主偏波の向きで、この向きの偏波が空間を伝搬する。パッチアンテ
ナは、誘電体基板の化学エッチング加工によって製作することができる
20 ことから、低コスト、薄型であり、ミリ波レーダとして盛んに用いられ
る。

次に、アンテナから放射される偏波の主偏波方向と直交する交差偏波
を低減させる手法として、スリット板を用いた交差偏波低減の方法があ
る [例えば、米国文献の IEEE・トランザクション、第 AP-35 巻
25 第 4 号（1987 年 4 月発行）（IEEE TRANS, vol.AP-35, No.2, April

1987) 参照]。その具体的な手法として、給電線路がトリプレート構造のパッチアンテナについて、パッチ素子の上部にスリット付の放射窓を設けたスリット板をアンテナ前面に設置し、地導体でアンテナとスリット板を覆う方法が特開平 9-51225 号公報に開示されている。

- 5 また、平面アンテナの前面にストリップ線路で構成されたスリット板を配置し、平面アンテナとスリット板とを、その平面アンテナの端部に設けた金属壁を介して接続する方法が特開 2001-326530 号公報に開示されている。

10 発明の開示

- ミリ波車載用レーダの受信信号の上記ロードクラッタによるノイズ上昇について第 14 図を用いて説明する。横軸はレーダ搭載車に対するターゲットの相対速度を自車（搭載車）の絶対速度で規格化したもので、縦軸は受信信号強度である。前提になることとして、レーダ搭載車が停止している場合のノイズレベルがある。これはレーダの電子回路部で発生するノイズ N_s (dB) で決定され、第 14 図に記すとノイズ 31 になる。走行しているターゲットからの受信信号 29 のレベルは S_t (dB) であるので、レーダ搭載車が停止している場合の SN 比は ($S_t - N_s$) で表される。（第 14 図では、ターゲットの速度は、レーダ搭載車が走っているときの速度の約 0.6 とする）。

- 一方、レーダ搭載車が走行している場合は、ロードクラッタによるノイズ 30 は急激に上昇して N_r (dB) となる。これは、レーダ搭載車の走行中はサイドローブによる地面からの反射波が相対速度を持つため、レベルが N_r (dB) のクラッタノイズとして受信してしまうからである。したがってレーダ搭載車が走行している場合の SN 比は ($S_t - N_r$) で表され（この場合の S_t は、速度差 0.4 に対する値）、停止時

に比べてS N比は大きく劣化し、検知距離劣化や誤検知等の問題を引き起こす。特に路面に垂直に入射するサイドローブによる低い相対速度のノイズレベルは、路面との距離が近いため、それ以外の相対速度に比べ大幅に高い。

- 5 従って、低相対速度での感度が重要となるACC（自動追従）レーダ応用では、路面に垂直に入射するサイドローブを低減する必要がある。上記したアンテナ前方下部に金属板を配置しロードクラッタを防止する手法は、金属板に反射した信号による誤検知の可能性があり、また、サイドローブの遮蔽範囲を広くするためには金属板を大きくする必要があり、レーダサイズの大型化が免れなかった。

- 一方、サイドローブの主要因は、パッチアンテナの給電線路からの不要放射である。ミリ波帯では給電線路や給電点からの不要放射が大きく、アンテナの放射特性を劣化させていた。特にアンテナ面に対して水平な方向に放射されるサイドローブの主成分が交差偏波であることから、交差偏波の低減がロードクラッタ防止につながる。ただし、路面に垂直入射するサイドローブに関しては、アンテナと路面との距離が最短であることや、路面の反射係数が最大になることから、交差偏波のみならず微弱な主偏波さえも低減する必要がある。

- また、車載用レーダは車両によって搭載位置が様々であり、車体からの乱反射によるマルチパスの影響を最小限にするには、路面入射以外の不要サイドローブもできるだけ低減する必要がある。

本発明の目的は、上記の課題を解決し、ロードクラッタを防止することによって優れた検知性能を持ち、かつ搭載位置を選ばない小型軽量の車載用レーダを提供することにある。

- 25 上記目的を達成するために、本発明の車載用レーダは、直線偏波の電波を放射する、少なくとも1個の放射素子を備えたアンテナと、同アン

テナの面前方に配置した、金属板に複数のスリットを設けたスリット板と、アンテナとスリット板の間に設けた電波吸収体と、アンテナに送信信号を供給して電波を放射し、同電波が障害物に当たって戻ってきた反射波をアンテナで受信して得る信号から障害物の方位を検出する送受信装置とを具備することを特徴とする。

上記構造の本発明の車載用レーダにおいては、スリット板によって直線偏波の内の主偏波を通過させ、サイドローブの主成分である交差偏波を遮蔽することが可能になるので、サイドローブが低減し、ロードクラッタを防止することができる。同時に、車両に搭載したときに特に路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分である交差偏波の他、微弱な主偏波も大幅に低減されるので、小相対速度でのS/N比が改善され、検知性能を大幅に向上させることができる。

また、アンテナとスリット板の間の距離は、後述するように、1mm前後であり、従来のクラッタノイズ低減用の金属板のような突起物をアンテナの前方に配置する必要がない。従って、本発明の車載用レーダは、小型軽量であり、電波の放射を妨げない範囲で車両の任意の位置に搭載することが可能である。即ち、搭載位置を選ばない。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る車載用レーダの第1の実施形態を説明するための構成図であり、第2図は、本発明の第1の実施形態を説明するための断面図とブロック図であり、第3図は、本発明の第1の実施形態の効果を説明するための曲線図であり、第4図は、比較のために用意した車載用レーダの構成図であり、第5図は、本発明の第2の実施形態を説明するための構成図であり、第6図は、本発明の第3の実施形態を説明するための構成図であり、第7図は、本発明の第4の実施形態を説明する

ための構成図であり、第 8 図は、本発明の第 5 の実施形態を説明するための構成図であり、第 9 図は、本発明の第 6 の実施形態を説明するための構成図であり、第 10 図は、本発明の第 7 の実施形態を説明するための構成図であり、第 11 図は、本発明の第 7 の実施形態を説明するための断面図であり、第 12 図は、従来の車載用レーダの説明図であり、第 13 図は、パッチアンテナを説明するための構成図であり、第 14 図は、本発明の課題を説明するための曲線図である。

発明を実施するための最良の形態

10 以下、本発明に係る車載用レーダを図面に示した幾つかの実施形態を参照して更に詳細に説明する。

第 1 図に本発明の第 1 の実施形態を示す。矢印 10 は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。本実施形態のレーダは、放射素子としてパッチ素子を使った直線偏波を放射するパッチアンテナ
15 が用いられる。レーダは、送信パッチアンテナ 1 から送信信号を送信し、ターゲットで反射した信号を受信パッチアンテナ 2 a 及び受信パッチアンテナ 2 b で受信して、その受信信号からターゲットの速度、距離、方位を検出する。

誘電体基板 4 上に構成された送信パッチアンテナ 1、受信パッチアンテナ 2 a、2 b は金属から成るアンテナプレート 3 に配置され、誘電体から成るレドーム 11 に覆われている。アンテナプレート 3 の天地方向の両端辺には、整合用金属板 6 が裏打ちされている電波吸収シート 5 が配置される。電波吸収シート 5 は、整合用金属板 6 によって空間においてインピーダンス整合が行なわれることにより、電波吸収シート 5 に入
25 射する電波が反射されることがなく効率よく吸収される。

アンテナ前面に設けられたスリット板 7 は、波長に対して十分薄い金

属から成り、幅 L のスリット 8 が周期 P で構成され、アンテナプレート 3 とで電波吸収シート 5 と整合用金属板 6 を挟む構造となっている。スリット 8 の長さ対しては、スリットでの共振によるアンテナ放射パターンの劣化を防止することができるように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

パッチアンテナ 1, 2 a, 2 b (以下、これらを総称して単に「アンテナ」ということとする) の直線偏波の内の主偏波の方向は矢印 9 で表され、スリット 8 の長手方向が主偏波方向 9 と直交するように構成することにより、スリット板 7 は主偏波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。次の式 (2) にスリット 8 の長手方向と平行な偏波のスリット板 7 の反射係数を示す。

$$|R_{horizontal}|^2 = \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{2P}{\lambda} \right) \ln \left(\cos \frac{\pi L}{2P} \right) \right\}^2} \quad \dots (2)$$

スリット 8 の長手方向と垂直な偏波のスリット板 7 の反射係数は次の式 (3) で表される。

$$|R_{vertical}|^2 = \frac{\left\{ \left(\frac{2P}{\lambda} \right) \ln \left(\sin \frac{\pi L}{2P} \right) \right\}^2}{1 + \left\{ \left(\frac{2P}{\lambda} \right) \ln \left(\sin \frac{\pi L}{2P} \right) \right\}^2} \quad \dots (3)$$

なお、 λ は使用周波数における自由空間波長を表す。上記 2 式により、交差偏波のみ反射させる本目的においては $P/\lambda = 0.1 \sim 0.3$ 、 $L/P = 0.4 \sim 0.7$ 程度が妥当である。電波吸収シート 5 と整合用金属板 6 は、パッチアンテナ 1 とスリット板 7 とのすき間から電波が漏れることによって発生するサイドローブの低減と、路面への入射波及び路面からの反射波のマルチパスを防止する役割を担う。また、アンテナの

主偏波方向を路面と水平にすることで、パッチ素子単体の指向性最小になる角度が路面方向となることから、路面からの反射波を低減することができる。

第2図は第1図に対応する断面図とブロック図を示す。本実施形態ではターゲットの方位検出にモノパルス方式が用いられる。送受信装置17は、送信パッチアンテナ1を介して送信信号を送信し、障害物で反射された信号を受信パッチアンテナ2a及び受信パッチアンテナ2bで受信し、続いて、ハイブリッド回路12にてモノパルス信号である和信号 Σ 及び差信号 Δ を生成する。

以下に送受信装置17について説明する。発振器14が生成するミリ波信号は、電力増幅器13を経て送信パッチアンテナ1に供給される。ハイブリッド回路12で生成された和信号 Σ 及び差信号 Δ は、それぞれミキサ15a及び15bに供給され、発振器14の出力信号と混合される。和信号 Σ 及び差信号 Δ は、混合によってそれぞれ中間周波信号に変換され、信号処理回路16に入力される。

信号処理回路16は、和信号 Σ 及び差信号 Δ の周波数変換された信号を用いて被検出体の方位検出(DIR-DET)を行い、和信号 Σ を用いて被検出体の速度検出(VEL-DET)、距離検出(DIS-DET)などを行なう。これらの検出結果は必要に応じて、表示装置(DISPLAY)18などの出力装置に適した信号に変換され、出力装置に出力される。

本レーダでは、アンテナやスリット板7を保護する誘電体から成るレドーム11を有しており、レーダの検知性能の経時劣化を防いでいる。また、固定を容易にするため、スリット板7はレドーム11に接して、アンテナ面からの距離 D_p に配置される。スリット板7とアンテナ面の間の距離 D_p は、使用周波数の $1/8$ 実効波長より小さくすると、アンテナ主偏波の放射パターンやインピーダンス特性を劣化させ、 $1/2$ 実

効波長以上にするとアンテナ面とスリット板 7 の間に伝搬モードがたち、スリット板 7 の交差偏波低減特性が劣化する。従って、距離 D_p は $1/8$ 実効波長から $1/2$ 実効波長の間に設定することが望ましい。

第 3 図は本実施形態における効果を表す図である。本実施形態の車載
5 用レーダにおいて、スリット板 7 は厚さ 0.05 mm の金属板で、スリット幅 $L = 0.4\text{ mm}$ 、周期 $P = 0.8\text{ mm}$ 、アンテナとの間隔 $D_p = 1.0\text{ mm}$ に設定される。また、電波吸収シート 5 には、六方晶フェライトが材料として用いられ、整合用金属板 6 によってインピーダンス整合が行なわれ、かつ、垂直に入射する平面波に対して最も吸収するよう
10 にした厚さ 0.35 mm のシートが用いられる。

このように構成した車載用レーダを自動車に搭載し、自動車を時速 64 km/h でアスファルト道路を走行させたときの受信信号強度の実測値が第 3 図に示される。前方にターゲット車両が無い状態での測定なので、路面に角度 θ で入射されるサイドローブが原因のクラッタノイズが
15 受信信号（縦軸）として、式（1）の自動車から見た相対速度 V_s （横軸）に対して観測されている。本実施形態は実測値 32 で表される。

ここで、比較のために、第 4 図に示すスリット板等を用いないレドーム 11 のみのレーダの場合の実測値 33 を第 3 図に合わせて示す。

第 3 図において、相対速度 64 km/h に現れているピークはレーダ
20 搭載車の正面方向に存在する路面以外の静止物からの反射微小信号の総和である。相対速度 $0 \sim 60\text{ km/h}$ のクラッタノイズの比較では、レドームのみは相対速度の依存性が $58\text{ dB} \sim 97\text{ dB}$ と大きいのにに対し、本実施形態では $91\text{ dB} \sim 100\text{ dB}$ と非常に良好であり、本実施形態におけるクラッタノイズ低減効果は明らかである。

25 特に相対速度 0 km/h のノイズの比較では、レドームのみは 58 dB に対し、本実施形態は 91 dB と大幅に改善されている。従って、低

相対速度でのS N比が重要なA C C（自動追従）レーダ応用には非常に有効である。

5 なお、上記ではレーダ搭載車を時速64km/hで走行させたが、レーダ搭載車の車速で規格化すれば、第3図は、どの速度にも適用できることは明らかである。そのため、規格化した速度を第3図の上の横軸に規格化相対速度として示した。

本実施形態において、パッチアンテナ1, 2a, 2bは、誘電体基板の化学エッチング加工等によって製作することができることから、製造コストを低減することができる。

10 また、スリット板7はレドーム11と接して配置してあるが、レドーム11にスリット板7と同様な金属パターンをメッキや印刷等により形成する手法や、スリット板7をレドーム11に内蔵する手法により組立工数やコストを低減することが可能である。

15 第5図に本発明の第2の実施形態を示す。矢印10は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。誘電体基板4上に構成された送信パッチアンテナ1、受信パッチアンテナ2a、2bは金属から成るアンテナプレート3に配置され、誘電体から成るレドーム11に覆われている。また、送受信装置には第1の実施形態で用いたのと同様の装置が用いられる。

20 アンテナプレート3の天地方向の両端辺には、六方晶フェライトから成る電波吸収ブロック19が配置される。アンテナ前面に設けられたスリット板7は、波長に対して十分薄い金属から成り、スリット8が周期的に構成され、アンテナプレート3とで電波吸収ブロック19を挟む構造となっている。スリット8の長さについては、アンテナ放射パターンの劣化を招くスリットでの共振が起きないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

25

アンテナの主偏波方向は矢印 9 で表され、スリット 8 の長手方向が主偏波方向 9 と直交するように構成することにより、スリット板 7 は主偏波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。

本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成分であるサイドローブを低減し、ロードクラッタを防止することができる。それにより、優れた検知性能を得ることができる。特に、路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分の交差偏波の他、微弱な主偏波も大幅に低減されるので、低相対速度での S/N 比を改善することができる。そのため、本発明の車載用レーダは、ACC（自動追従）レーダ応用に非常に有効である。

第 6 図に本発明の第 3 の実施形態を示す。矢印 10 は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。誘電体基板 4 上に構成された送信パッチアンテナ 1、受信パッチアンテナ 2 a、2 b は金属から成るアンテナプレート 3 に配置され、誘電体から成るレドーム 11 に覆われている。また、送受信装置には第 1 の実施形態で用いたのと同様の装置が用いられる。

アンテナプレート 3 の水平方向の両端辺には、六方晶フェライトから成る電波吸収ブロック 19 が配置される。アンテナ前面に設けられたスリット板 7 は、波長に対して十分薄い金属から成り、スリット 8 が周期的に構成され、アンテナプレート 3 とで電波吸収ブロック 19 を挟む構造となっている。スリット 8 の長さについては、アンテナ放射パターンの劣化を招くスリットでの共振が起きないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

アンテナの主偏波方向は矢印 9 で表され、スリット 8 の長手方向が主偏波方向 9 と直交するように構成することにより、スリット板 7 は主偏波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。

本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成分であるサイドローブを低減し、更に、水平方向からのマルチパスの影響を最小限に抑えることができる。それにより、優れた検知性能を得ることができる。

- 5 第7図に本発明の第4の実施形態を示す。矢印10は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。誘電体基板4上に構成された送信パッチアンテナ1、受信パッチアンテナ2a、2bは金属から成るアンテナプレート3に配置され、誘電体から成るレドーム11に覆われている。また、送受信装置には第1の実施形態で用いたのと同様の
10 装置が用いられる。

- アンテナプレート3の四辺には、六方晶フェライトから成る電波吸収ブロック19がアンテナを囲うように配置される。アンテナ前面に設けられたスリット板7は、波長に対して十分薄い金属から成り、スリット8が周期的に構成され、アンテナプレート3とで電波吸収ブロック19
15 を挟む構造となっている。スリット8の長さについては、スリットでの共振によってアンテナ放射パターンが劣化しないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

- アンテナの主偏波方向は矢印9で表され、スリット8の長手方向が主偏波方向9と直交するように構成することでスリット板7は、主偏波の
20 みを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。

- 本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成分であるサイドローブを低減し、ロードクラッタを防止することができる他、水平、垂直の両方向からのマルチパスの影響を最小限に抑えることができる。それにより、優れた検知性能を得ることができる。特に、
25 路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分の交差偏波ばかりでなく微弱な主偏波も大幅に低減され、低相対速

度でのS N比を改善できるので、本発明の車載用レーダは、A C C（自動追従）レーダ応用に非常に有効である。

第8図に本発明の第5の実施形態を示す。矢印10は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。誘電体基板4上に構成された送信パッチアンテナ1、受信パッチアンテナ2a、2bは金属から成るアンテナプレート3に配置され、誘電体から成るレドーム11に覆われている。また、送受信装置には第1の実施形態で用いたのと同様の装置が用いられる。

アンテナプレート3の天地方向の両端辺には、六方晶フェライトから成る電波吸収ブロック19が配置される。電波吸収ブロック19はアンテナ側の面に山と谷が繰り返される周期的な構造を有している。アンテナ前面に設けられたスリット板7は、波長に対して十分薄い金属から成り、スリット8が周期的に構成され、アンテナプレート3とで電波吸収ブロック19を挟む構造となっている。スリット8の長さについては、アンテナ放射パターンの劣化を招くスリットでの共振が起きないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

アンテナの主偏波方向は矢印9で表され、スリット8の長手方向が主偏波方向9と直交するように構成することにより、スリット板7は主偏波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。電波吸収ブロック19は、自由空間とのマッチングが得られるように、山と谷のギャップは1自由空間波長以上、山と山の周期は、山と谷のギャップの1/3以下にすることが望ましい。

本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成分であるサイドローブを低減し、ロードクラッタを防止することができる。それにより、優れた検知性能を得ることができる。特に、路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分の交

差偏波ばかりでなく微弱な主偏波も大幅に低減され、低相対速度での S/N 比を改善できるので、本発明の車載用レーダは、A C C（自動追従）レーダ応用に非常に有効である。

第 9 図に本発明の第 6 の実施形態を示す。矢印 10 は車載用レーダを
5 車両に取り付けた際の路面方向を表している。誘電体基板 4 上に構成された送信パッチアンテナ 1、受信パッチアンテナ 2 a、2 b は金属から成るアンテナプレート 3 に配置され、誘電体から成るレドーム 11 に覆われている。また、送受信装置には第 1 の実施形態で用いたのと同様の装置が用いられる。

10 アンテナプレート 3 の天地方向の両端辺には、六方晶フェライトから成る電波吸収ブロック 19 が配置される。電波吸収ブロック 19 は薄い直方体形状を成しており、その長手方向がアンテナの主偏波方向と直交するように配置され、アンテナプレート端辺に周期的に並べられている。アンテナ前面に設けられたスリット板 7 は、波長に対して十分薄い金属
15 から成り、スリット 8 が周期的に構成され、アンテナプレート 3 とで電波吸収ブロック 19 を挟む形態となっている。スリット 8 の長さについては、アンテナ放射パターンの劣化を招くスリットでの共振が起きないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

アンテナの主偏波方向は矢印 9 で表され、スリット 8 の長手方向が主
20 偏波方向 9 と直交するように構成することにより、スリット板 7 は主偏波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。電波吸収ブロック 19 は効果的に電波を吸収させる為、アンテナ主偏波方向の厚みを $1/4$ 自由空間波長以下、 $1/2$ 自由空間波長以下の周期で並べることが望ましい。

25 本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成分であるサイドローブを低減し、ロードクラッタを防止することができ

る。それにより、優れた検知性能を得ることができる。特に、路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分の交差偏波ばかりでなく微弱な主偏波も大幅に低減され、低相対速度でのS/N比を改善できるので、本発明の車載用レーダは、ACC（自動追従）

5 レーダ応用に非常に有効である。

第10図に本発明の第7の実施形態を示す。矢印10は車載用レーダを車両に取り付けた際の路面方向を表している。本実施形態では、送信パッチアンテナ1から送信信号を送信し、ターゲットで反射された信号を受信パッチアンテナ2a及び受信パッチアンテナ2bで受信して、
10 これらの受信信号からターゲットの速度、距離、方位を検出する。そのための送受信装置には、第1の実施形態で用いたのと同様の装置が用いられる。

誘電体基板4上に構成された送信パッチアンテナ1、受信パッチアンテナ2a、2bは金属から成るアンテナプレート3に配置され、誘電体
15 から成るレドーム11に覆われている。アンテナプレート3の天地方向の両端辺には、整合用金属板6が裏打ちされている電波吸収シート5が配置される。アンテナ前面に設けられたスリット板7は、波長に対して十分薄い金属から成り、幅Lのスリット8が周期Pで構成され、アンテナプレート3と電波吸収シート5と整合用金属板6を挟む構造となっ
20 ている。スリット8の長さについては、アンテナ放射パターンの劣化を招くスリットでの共振が起きないように波長に比較して十分に長い長さが設定される。

アンテナの主偏波方向は矢印9で表され、スリット8の長手方向が主偏波方向9と直交するように構成することにより、スリット板7は主偏
25 波のみを通過させ、交差偏波を反射させる特性を持つ。

第11図に本実施形態の断面を示す。本実施形態では、アンテナやス

リット板 7 を保護する誘電体から成るレドーム 11 を有しており、レー
ダの検知性能の経時劣化を防いでいる。スリット板 7 とアンテナ面の間
の距離 D_p は、 $1/8$ 実効波長より小さくすると、アンテナ主偏波の放
射パターンやインピーダンス特性を劣化させ、 $1/2$ 実効波長以上にす
5 るとアンテナ面とスリット板 7 の間に伝搬モードがたち、スリット板 7
の交差偏波低減特性が劣化する。従って、距離 D_p は $1/8$ 実効波長か
ら $1/2$ 実効波長の間に選ばれる。

本実施形態では、レドーム 11 とアンテナ面との距離 D_r が D_p より
も大きく設定される。空間不整合によるレドームからの反射や、アンテ
10 ナ面の励振分布の乱れが発生する場合に、これを防止することができ、
優れた方位精度が得られる。

本実施形態により、パッチアンテナの給電線路からの交差偏波が主成
分であるサイドローブを低減し、ロードクラッタを防止することができ
る。それにより、優れた検知性能を得ることができる。特に、路面に垂
15 直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、主成分の交
差偏波ばかりでなく微弱な主偏波も大幅に低減され、低相対速度での S
N 比を改善できるので、本発明の車載用レーダは、ACC（自動追従）
レーダ応用に非常に有効である。

なお、第 10 図に示したように、本実施形態では第 1 の実施形態で用
20 いた整合用金属板 6 付の電波吸収シート 5 をアンテナプレート 3 の天地
方向の両端辺に配置したが、第 2 から第 6 の実施形態で用いた電波吸収
ブロック 19 をアンテナプレート 3 の天地方向の両端辺、水平方向の両
端辺、又は四辺に配置しても良い。

以上の第 1 から第 7 の実施形態では、電波吸収シート 5 又は電波吸収
25 ブロック 19 の位置をアンテナプレート 3 の両端辺としたが、最端のア
ンテナ素子からアンテナプレート 3 の端までの間のいずれかの位置に配

置しても良く、同等の効果が得られる。また、電波吸収シート 5 又は電波吸収ブロック 19 は、スリット板 7 の端辺とアンテナプレート 3 の端辺で構成される端面全てを覆うように配置されているが、端面の一部に電波吸収体を充填するようにしても良く、効率的にマルチパスを除去する
5 ことができる。

また、電波吸収シート 5 又は電波吸収ブロック 19 の材料を六方晶フェライトとしたが、カーボンナノチューブ、カーボンファイバー等のカーボン材であっても構わない。更に、ウレタンやスポンジ等の材料にカーボン粒子等を混入して電波を減衰させるようにした構造を用いても良
10 い。

金属から成るスリット板 7 を誘電体基板等に構成することも可能である。面精度が向上し、交差偏波低減特性が改善され、更に多層基板としてアンテナや回路と一体化することで低コスト化が可能となる。

アンテナとしてパッチアンテナを用いたが、トリプレートアンテナや
15 スロットアンテナ等の平面アンテナは言うまでもなく、誘電体レンズアンテナ、パラボラアンテナ、ホーンアンテナ等の立体型アンテナでも代用することができる。更に、送信アンテナ、2 受信アンテナのモノパルス方式を用いて説明したが、送信アンテナ又は受信アンテナの少なくとも 1 つを有する構成であれば、本発明を適用することができる。

20 以上、本発明によれば、交差偏波が主成分であるアンテナのサイドローブを低減することによってロードクラッタを防止することができるので、障害物の方位、相対距離、相対速度等の検出に優れた検知性能を持つ車載用レーダを提供できる効果がある。特に、相対速度が著しく下がる路面に垂直に入射するサイドローブに関しては、電波吸収体により、
25 主成分の交差偏波の他、微弱な主偏波も大幅に低減され、低相対速度での SN 比を改善することができる。それにより、ACC（自動追従）レ

ーダ応用に非常に有効な車載用レーダを提供できる効果がある。また、本発明の車載用レーダは、その前方に突起物を持たず従って薄型であり、更に、容易な製法で製作できることから、小型軽量化、低コスト化が可能となる。

5

産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、障害物を検知しながら地上を走る移動体全般に有用であり、特に衝突防止や或いは追従走行の機能を持つ自動車等の車両に適用して好適である。

10

請 求 の 範 囲

1. 直線偏波の電波を放射する、少なくとも1個の放射素子を備えたアンテナと、上記アンテナの面前方に配置した、金属板に複数のスリットを設けたスリット板と、上記アンテナと上記スリット板の間に設けた電波吸収体と、上記アンテナに送信信号を供給して電波を放射し、上記電波が障害物に当たって戻ってきた反射波を上記アンテナで受信して得る信号から障害物の方位を検出する送受信装置とを具備することを特徴とする車載用レーダ。
- 10 2. 上記スリット板に設けたスリットの長手方向が上記放射素子の主偏波方向に対して直交していることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の車載用レーダ。
3. 上記アンテナと上記スリット板の間の距離がレーダの使用周波数の $1/8$ 実効波長から $1/2$ 実効波長の範囲にあることを特徴とする請求
- 15 の範囲第1項に記載の車載用レーダ。
4. 上記電波吸収体は、移動体に搭載したときの少なくとも天地方向の不要放射を遮蔽するように上記アンテナ端部と上記スリット板端部との間に配置されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の車載用レーダ。
- 20 5. 上記電波吸収体は、移動体に搭載したときの少なくとも水平方向の不要放射を遮蔽するように上記アンテナ端部と上記スリット板端部との間に配置されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の車載用レーダ。
6. 誘電体から成るレドームを更に具備し、上記アンテナと上記スリット板とが上記レドームに覆われていることを特徴とする請求の範囲第1
- 25 項に記載の車載用レーダ。

7. 上記スリット板の少なくとも一面が上記レドームに接していることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の車載用レーダ。

8. 前記レドームと上記アンテナの間の距離が、上記スリット板と上記アンテナの間の距離よりも大きいことを特徴とする請求の範囲第6項に

5 記載の車載用レーダ。

9. 直線偏波の電波を前方に放射するアンテナと、上記アンテナの前方に配置した、金属板に複数のスリットを設けたスリット板と、上記アンテナと上記スリット板の間に設けた、上記アンテナの前方の方向に対して直角の方向に放射される電波を吸収する電波吸収体と、上記アンテナ

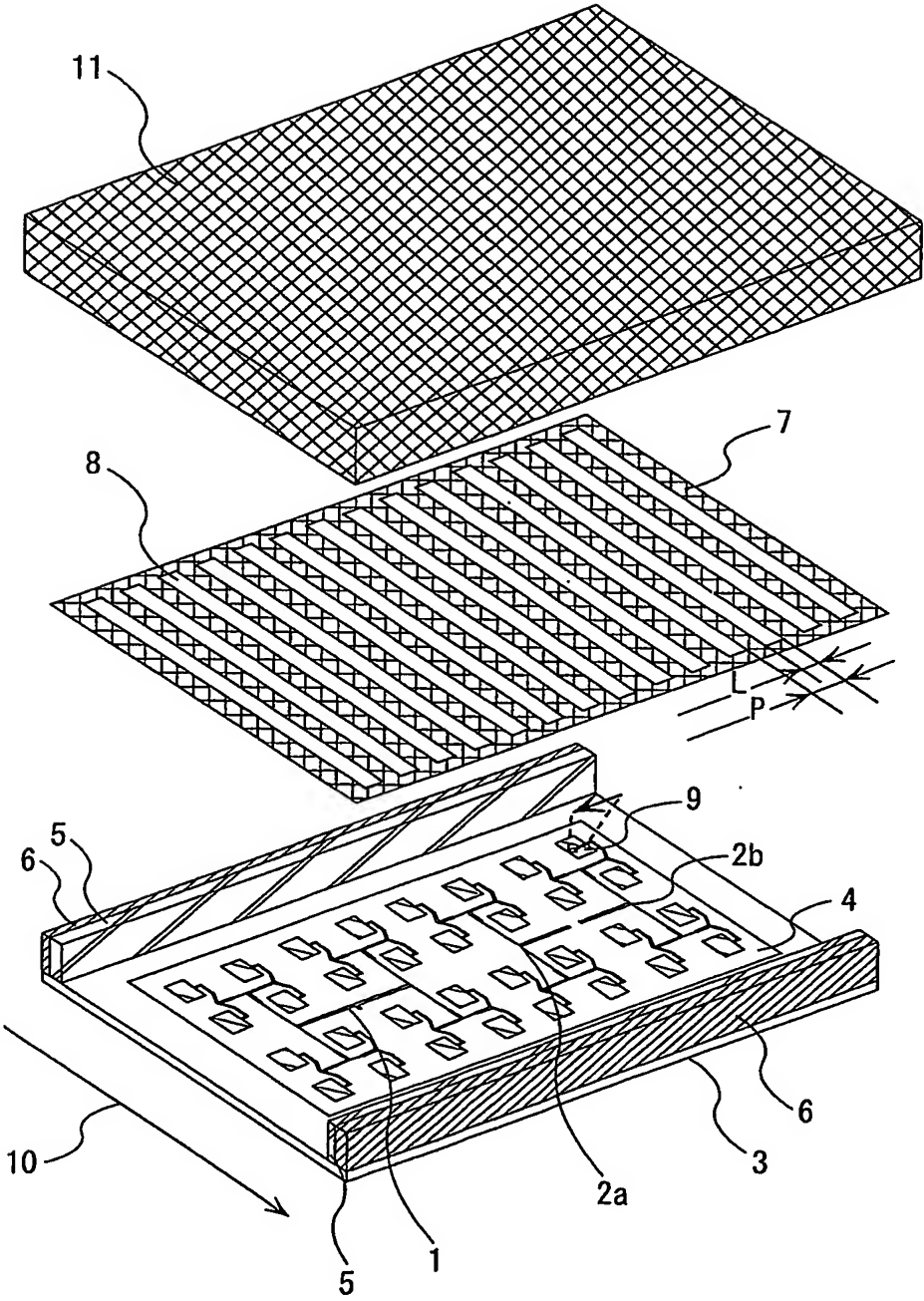
10 に送信信号を供給して電波を放射し、上記電波が障害物で反射して戻ってきた反射波を上記アンテナで受信して得る信号から障害物の方位を検出する送受信装置とを具備することを特徴とする車載用レーダ。

10. 上記電波吸収体は、移動体に搭載したときの少なくとも天地方向の不要放射を遮蔽するように上記アンテナ端部と上記スリット板端部と

15 の間に配置されることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の車載用レーダ。

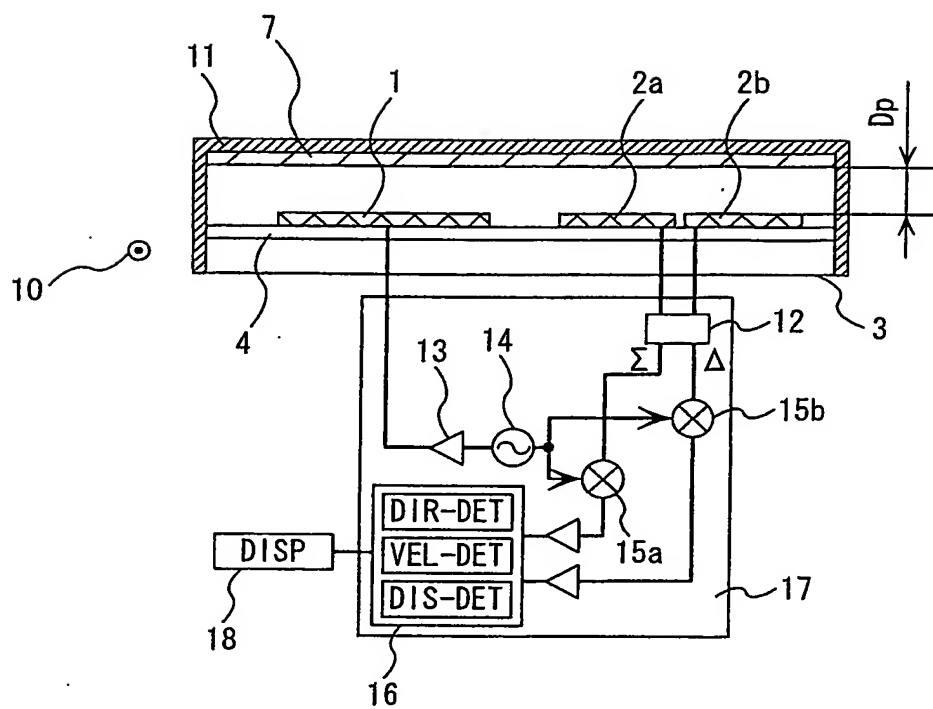
1 / 1 4

第 1 図



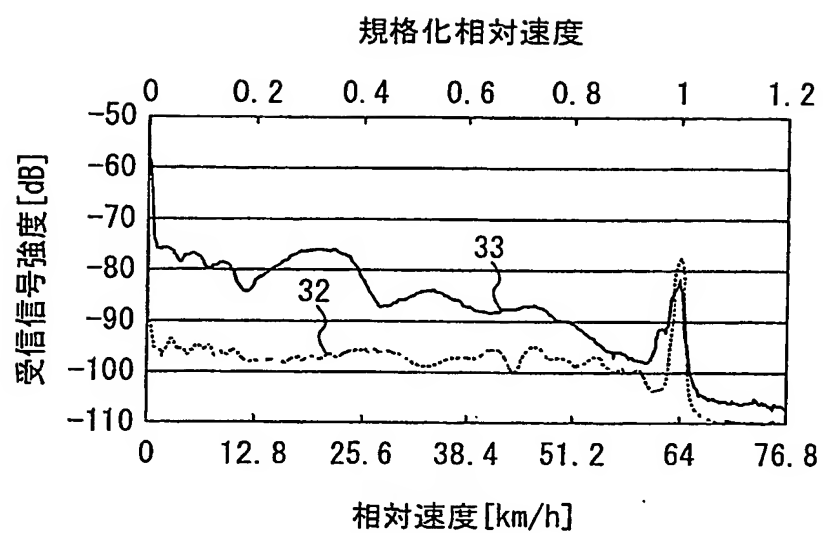
2 / 1 4

第 2 図



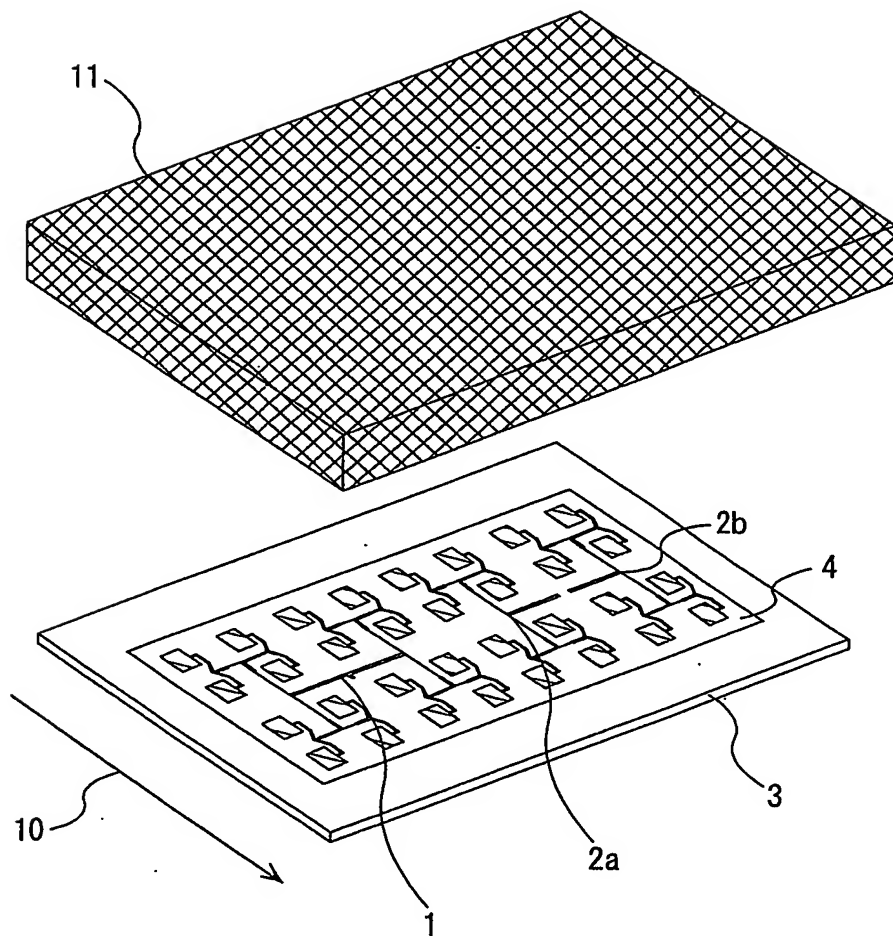
3 / 14

第3図



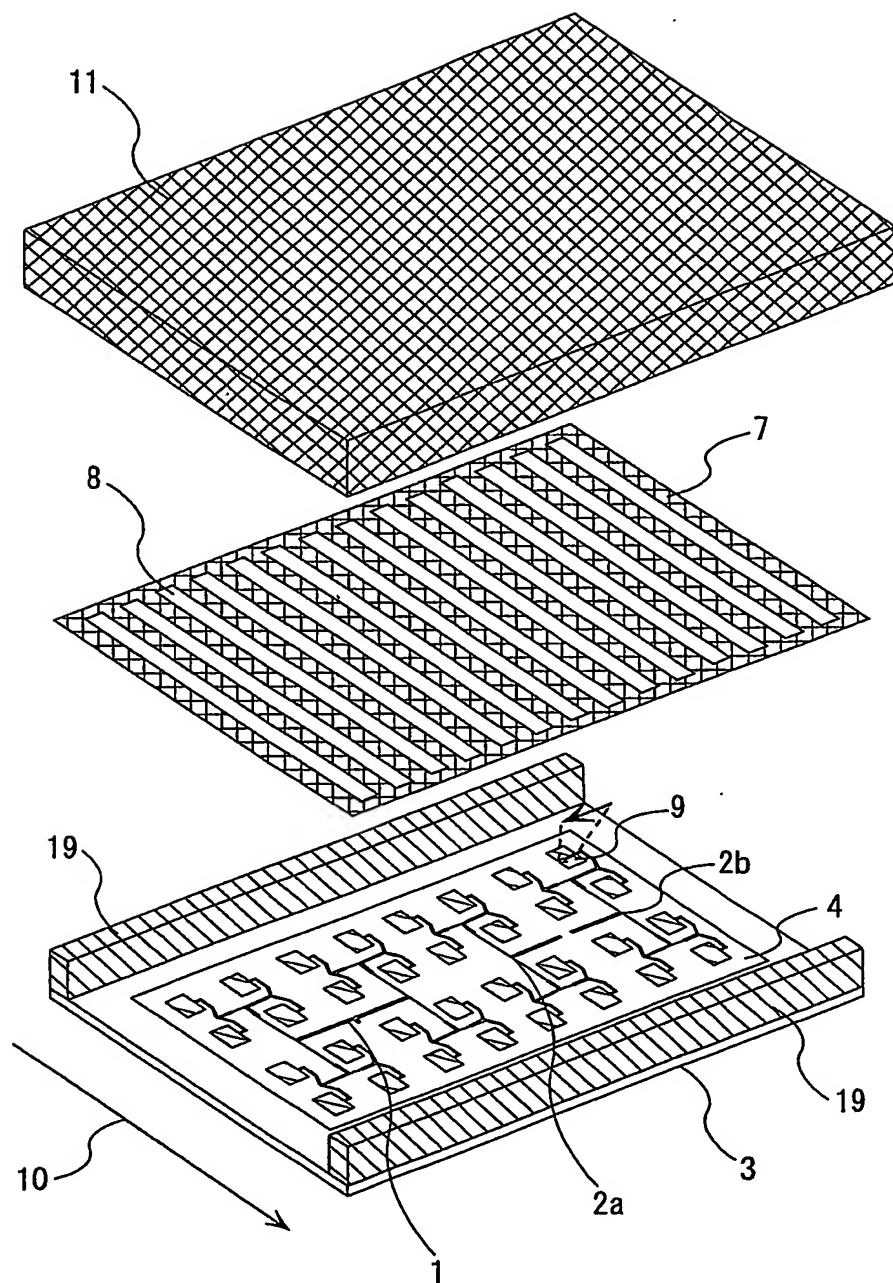
4 / 1 4

第 4 図



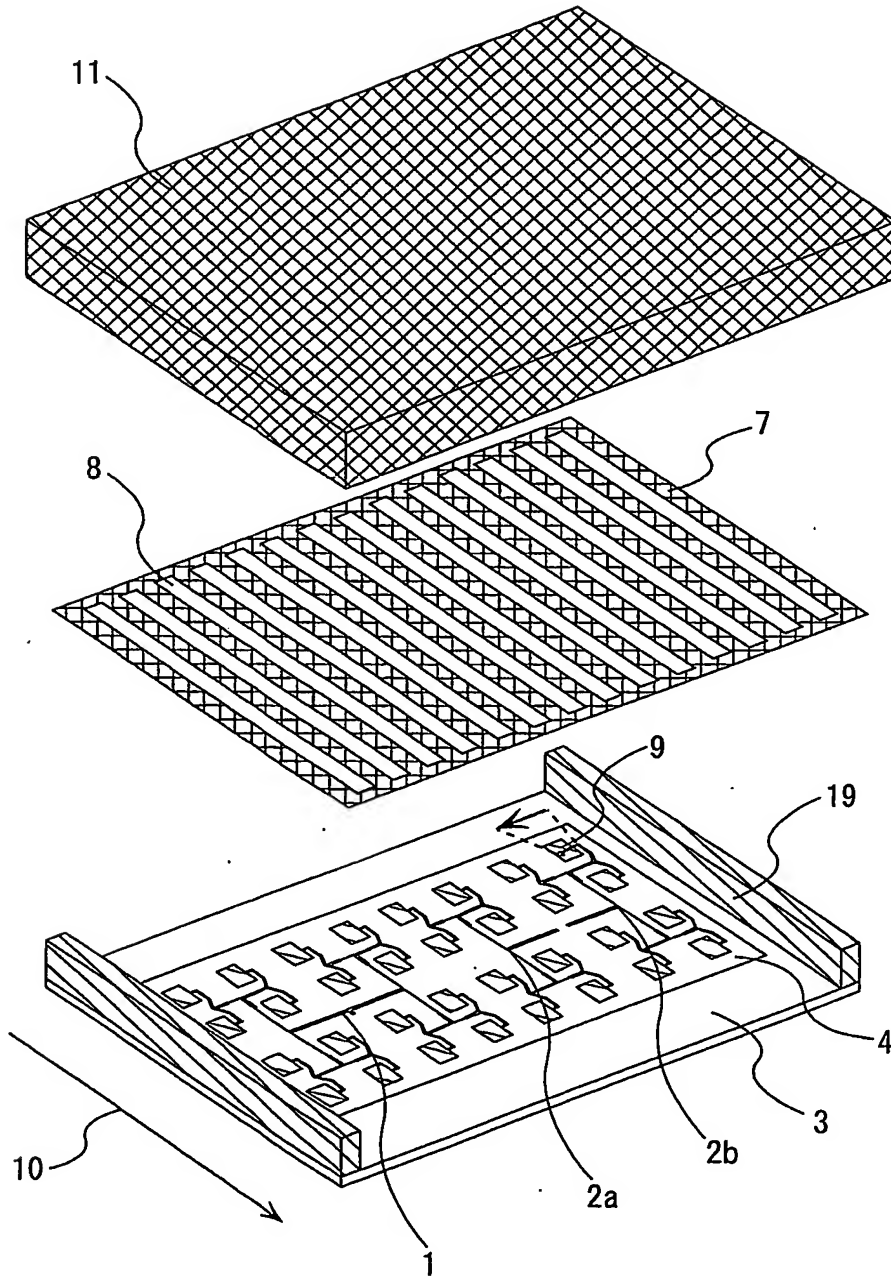
5 / 1 4

第5図



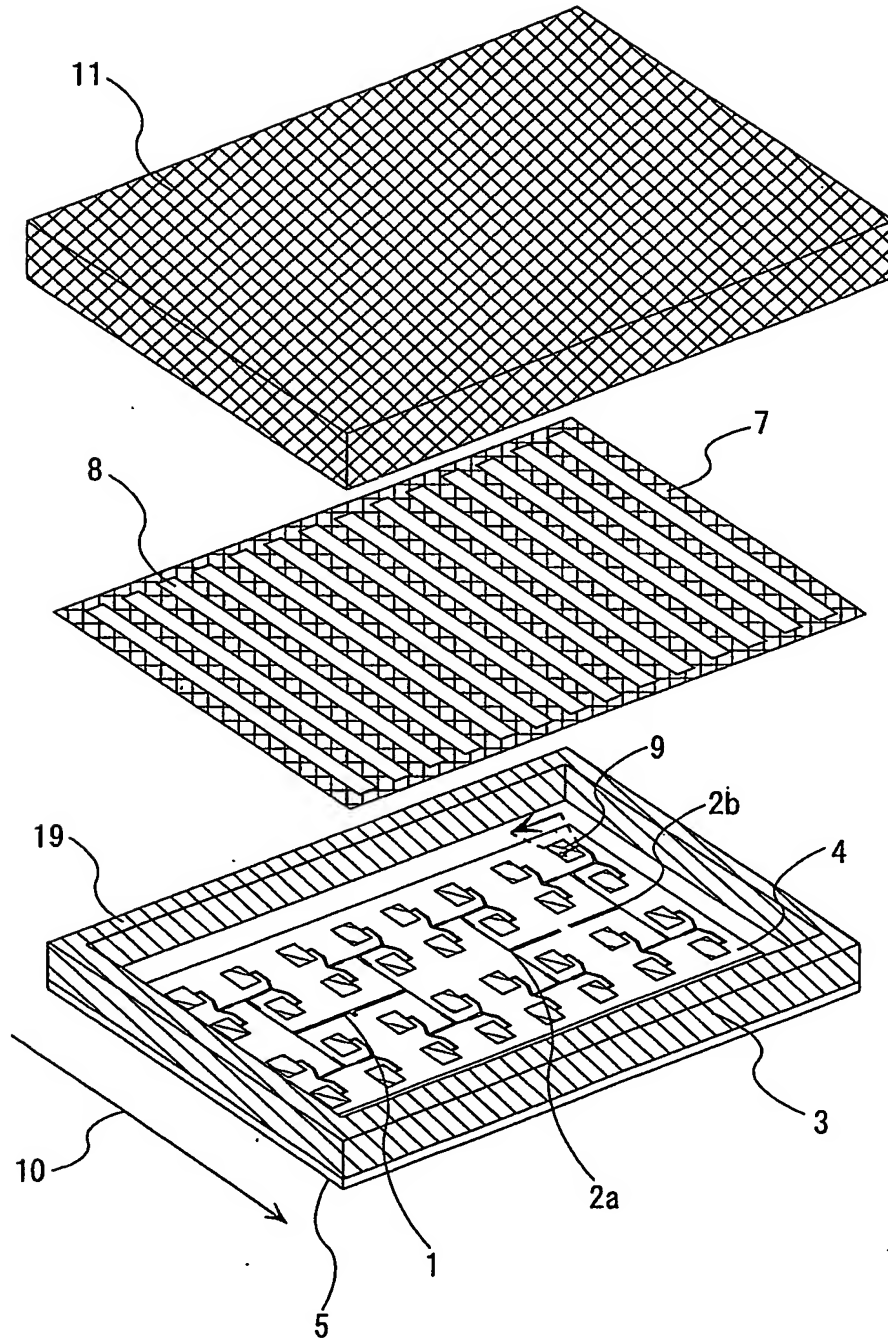
6 / 14

第6図



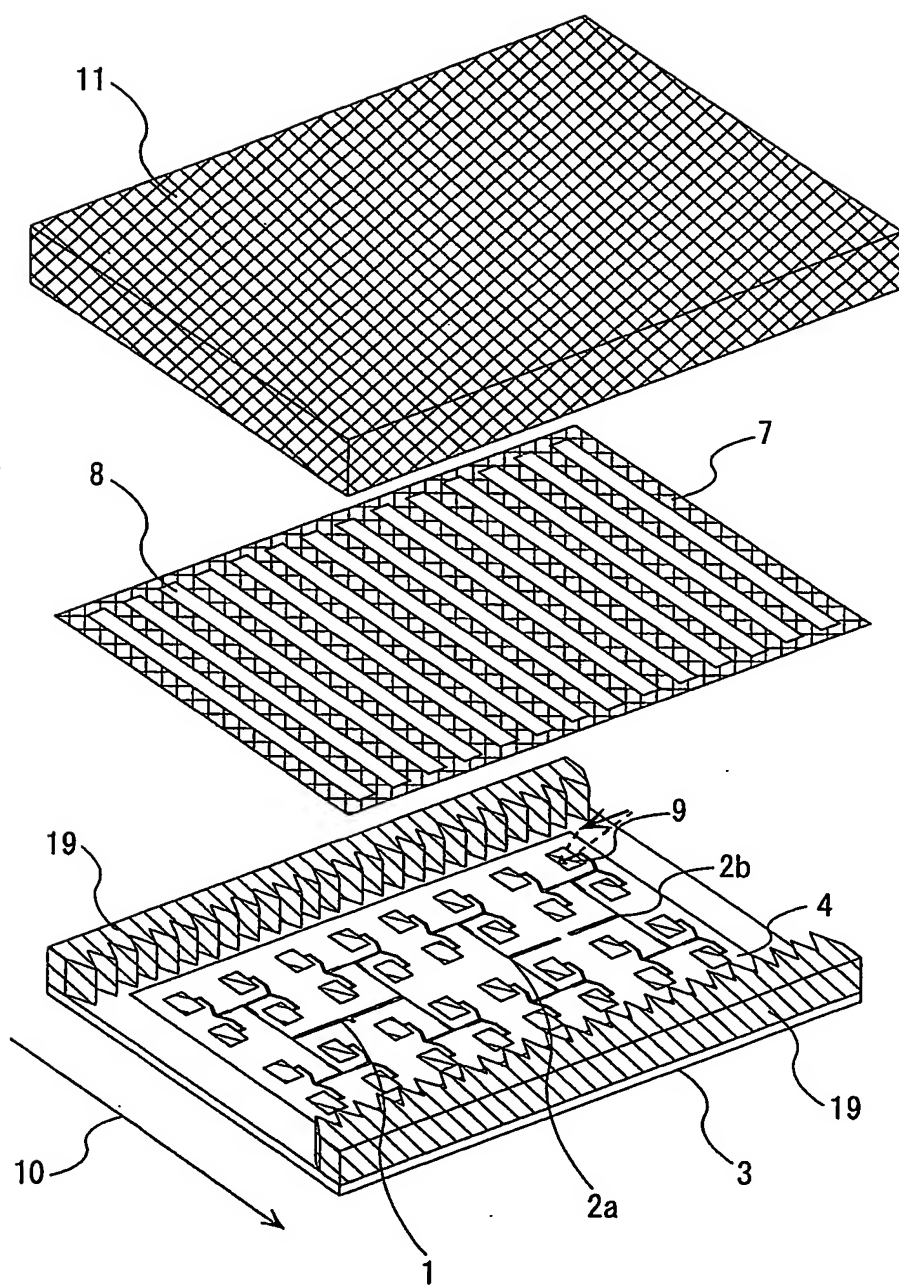
7/14

第7図



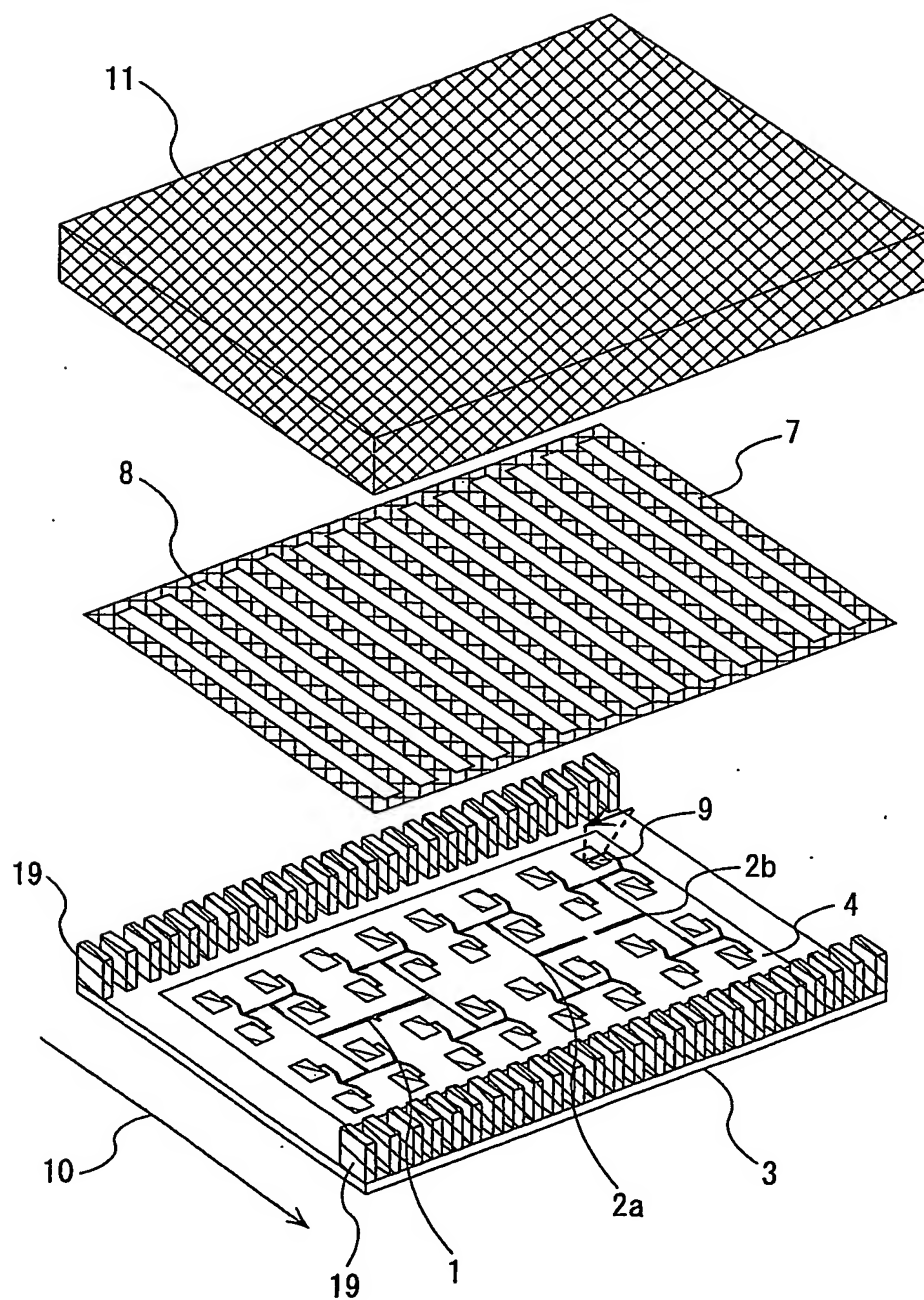
8/14

第8図



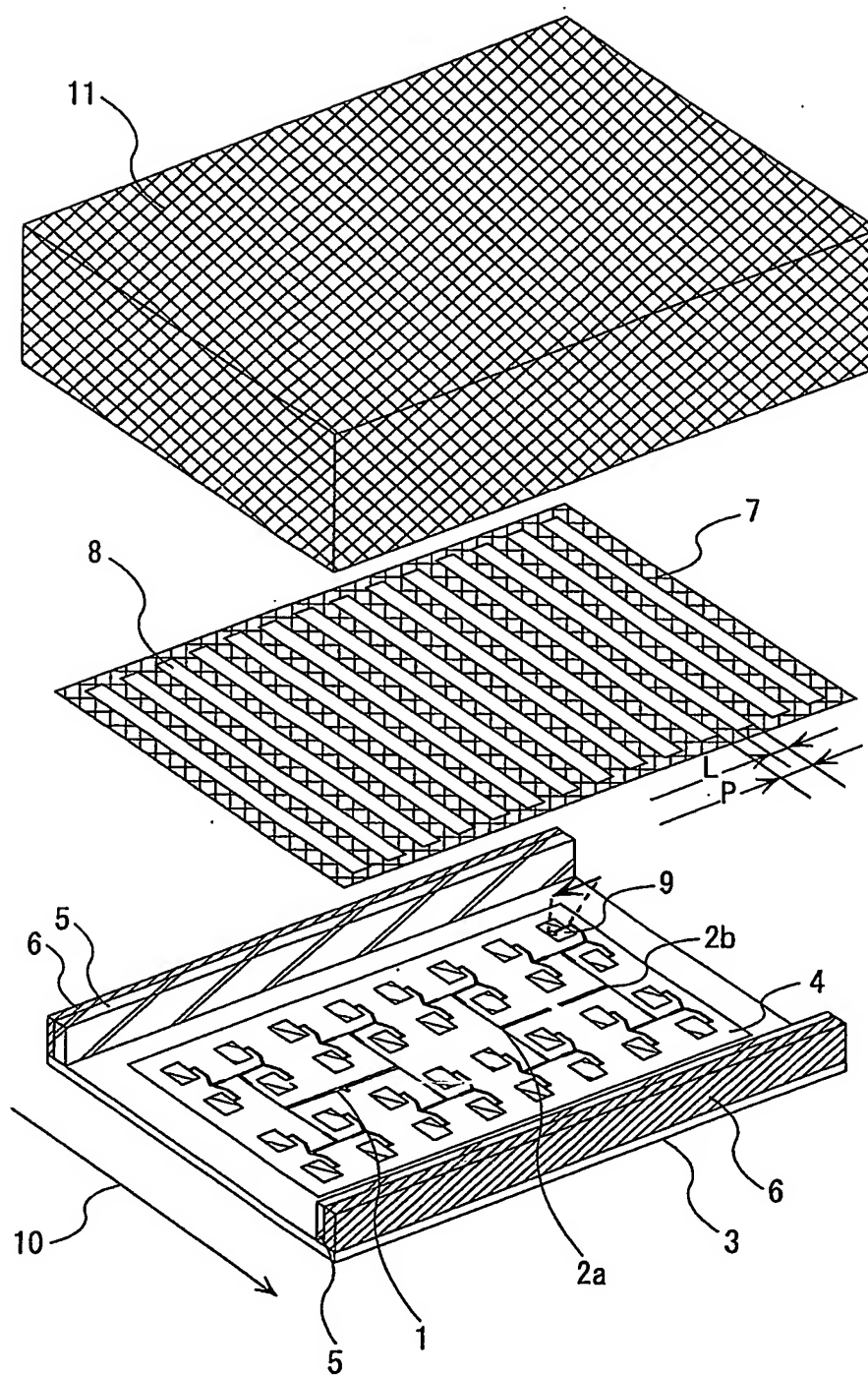
9 / 1 4

第 9 図



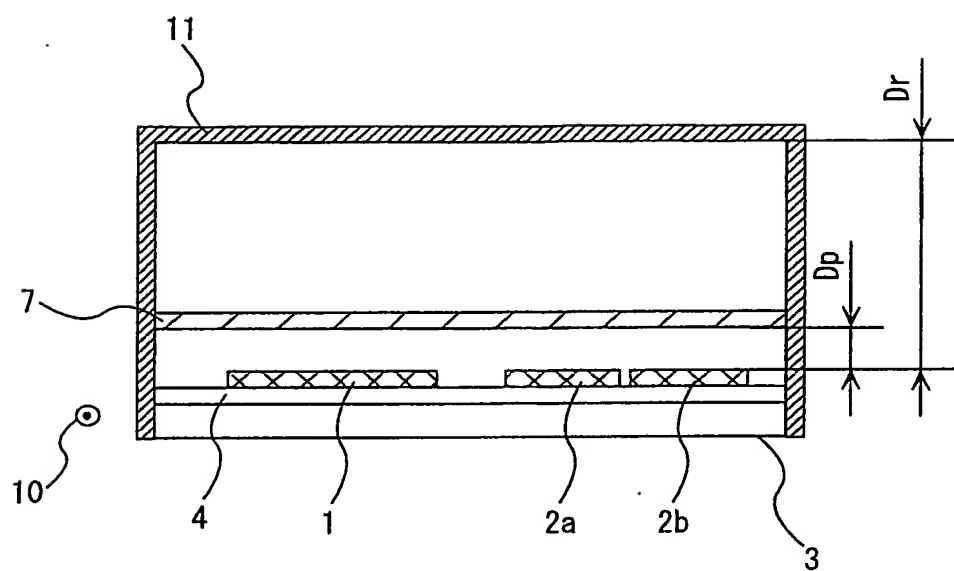
10/14

第10図



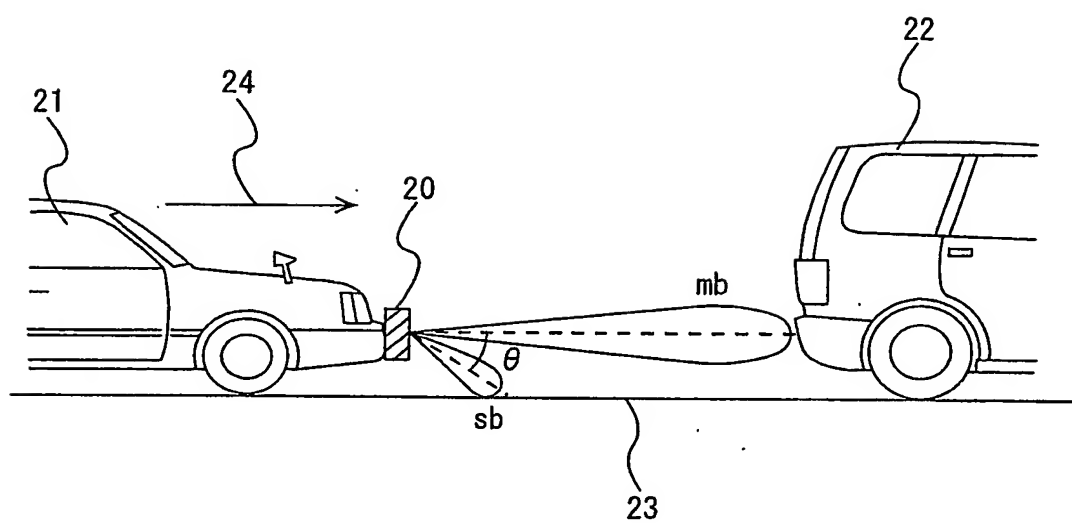
11 / 14

第 11 図



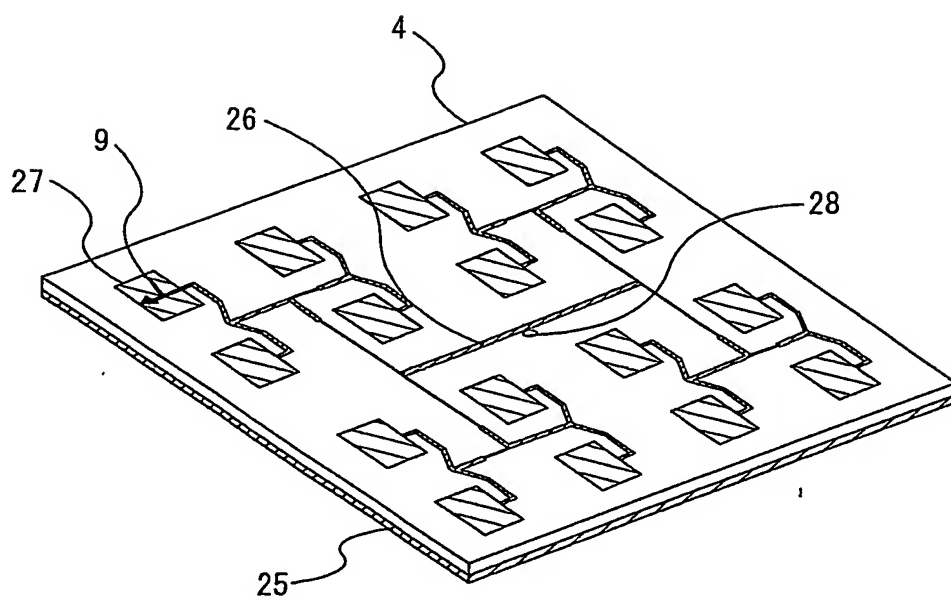
12/14

第12図



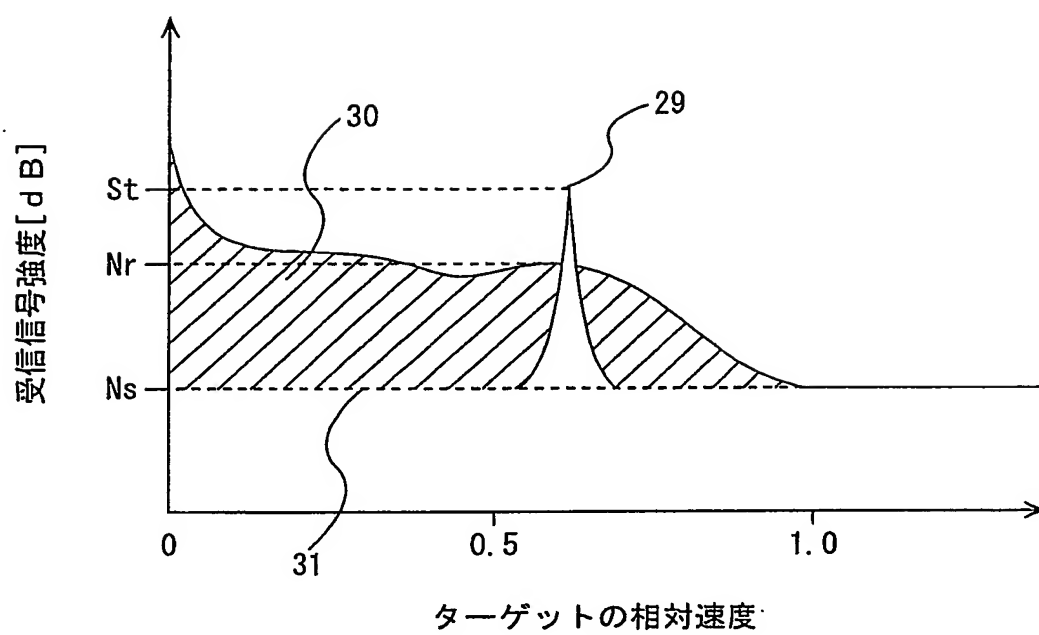
13/14

第13図



14 / 14

第14図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01Q17/00, H01Q1/52, H01Q21/06, G01S13/93, G01S7/03,
H01Q13/08, H01Q1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01Q17/00, H01Q1/52, H01Q21/06, G01S13/93, G01S7/03,
H01Q13/08, H01Q1/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2005 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2005 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2005 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JOIS, WPI, IEEEEXPLORE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2001-201557 A (Hitachi, Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.01), Full text; Figs. 1 to 14 & US 2001-026237 A1 & EP 1118872 A2 | 1-10 |
| A | JP 04-140905 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 14 May, 1992 (14.05.92), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none) | 1-10 |
| A | JP 10-028011 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 January, 1998 (27.01.98), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none) | 1-10 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
31 March, 2005 (31.03.05)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14543

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 09-046129 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 February, 1997 (14.02.97), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none) | 1-10 |
| A | JP 10-126146 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 May, 1998 (15.05.98), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none) | 1-10 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01Q17/00, H01Q1/52, H01Q21/06, G01S13/93, G01S7/03, H01Q13/08, H01Q1/32

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01Q17/00, H01Q1/52, H01Q21/06, G01S13/93, G01S7/03, H01Q13/08, H01Q1/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS WPI IEEEEXPLORE

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A | JP 2001-201557 A(株式会社日立製作所)2001.07.27, 全文, 第1図-第14図&US 2001-026237 A1&EP 1118872 A2 | 1-10 |
| A | JP 04-140905 A(日立化成工業株式会社)1992.05.14, 全文, 第1図-第4図 (ファミリーなし) | 1-10 |
| A | JP 10-028011 A(三菱電機株式会社)1998.01.27, 全文, 第1図-第10図 (ファミリーなし) | 1-10 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.03.2005

国際調査報告の発送日

19.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

右田 勝則

5T

9173

電話番号 03-3581-1101 内線 3567

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | JP 09-046129 A(三菱電機株式会社)1997. 02. 14, 全文, 第1図-第14 図 (ファミリーなし) | 1-10 |
| A | JP 10-126146 A(三菱電機株式会社)1998. 05. 15, 全文, 第1図-第14 図 (ファミリーなし) | 1-10 |